

Kajian Alternatif Usulan Keseimbangan Lintasan Produksi CV Garuda Plastik Dengan Menggunakan Simulasi

Felisitas Fernita Widjaja¹⁾, Lusya P.S Hartanti²⁾, Johan K. Runtuk³⁾

Program Studi Teknik Industri
Universitas Pelita Harapan Surabaya
Surabaya, Indonesia
vlictzpoo@hotmai.com¹⁾, lusya.hartanti@uph.edu²⁾

Abstrak— Masalah yang dibahas dalam penelitian ini adalah ketidakseimbangan lintasan produksi CV Garuda Plastik karena adanya *idle time* dan memiliki produktivitas yang rendah. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menyeimbangkan lintasan produksi sehingga dapat meningkatkan *output* produksi. Nilai efisiensi sistem produksi saat ini hanya mencapai 37,47%.

Metode pengumpulan data yang digunakan dalam penelitian ini adalah dengan melakukan wawancara, observasi terhadap proses produksi yang sedang berjalan, dan pengambilan data waktu produksi secara langsung. Data diolah untuk dilakukan uji keseragaman dan kecukupan data, kemudian dilakukan perhitungan *distribution fitting*. Untuk mengetahui efisiensi sistem produksi saat ini maka dibuat model simulasi dengan menggunakan *software* Promodel. Setelah model simulasi selesai maka dapat dilakukan tahap verifikasi dan validasi model simulasi untuk membandingkan hasil simulasi dan sistem nyata.

Pembuatan usulan perbaikan dibuat berdasarkan hasil analisis dari hasil simulasi sistem produksi saat ini dengan menggunakan metode *Ranked Positional Weights* (RPW) untuk mendapatkan jumlah stasiun kerja yang optimal. Terdapat dua usulan perbaikan dalam penelitian ini, usulan perbaikan pertama dengan menggunakan metode RPW dapat meningkatkan efisiensi produksi menjadi 49,96 % dengan tiga stasiun kerja. Sedangkan pada usulan perbaikan kedua dengan menggunakan penambahan jumlah mesin injeksi dan operator mesin injeksi, sehingga dapat meningkatkan efisiensi produksi menjadi 51%.

Kata kunci – Keseimbangan Lintasan, *Ranked Positional Weights*, Efisiensi.

I. PENDAHULUAN

Industri manufaktur saling bersaing ketat untuk menciptakan produk yang baik bagi konsumen. Oleh karena itu pada industri manufaktur dituntut untuk dapat menyediakan barang yang dibutuhkan oleh masyarakat. Seiring kemajuan jaman maka semakin banyak kebutuhan masyarakat yang harus dipenuhi, sedangkan industri manufaktur dengan kapasitas produksi yang terbatas harus dapat memenuhi kebutuhan masyarakat tersebut. Maka diperlukannya keseimbangan lintasan produksi agar fasilitas-fasilitas produksi dapat digunakan secara optimal untuk dapat memenuhi kebutuhan masyarakat tersebut.

Pada industri manufaktur, proses produksi merupakan bagian utama dari perusahaan karena pada proses produksi inilah suatu produk akan dibuat. Dalam proses produksi ini dimulai dengan adanya bahan baku yang menjadi *input* dan kemudian diproses dengan bantuan tenaga kerja, mesin, dan peralatan pendukung sehingga menghasilkan produk jadi atau *output*. Kegiatan proses produksi melalui banyak tahapan-tahapan proses produksi yang menggunakan berbagai macam mesin dan peralatan.

Setiap jenis mesin memiliki kapasitas produksi dan waktu pengerjaan proses produksi yang berbeda-beda. Oleh karena itu sering terjadinya *idle* pada proses tertentu maupun penumpukan produk setengah jadi. Kapasitas produksi menentukan jumlah maksimal produk yang dapat diproduksi setiap harinya yang sesuai dengan kemampuan mesin masing-masing. Ketidakseimbangan lintasan produksi menyebabkan kapasitas produksi yang dimiliki tidak optimal. Terdapat tiga metode keseimbangan lintasan yaitu yang pertama metode *heuristic* yang terdiri dari metode *Ranked Positional Weight*, *Region Approach* atau *Kilbridge and Wester, largest Candidate Rules*, dan *Alarcu's*. Kedua yaitu metode *Branch and Bound* yang berdasarkan perhitungan kuantitatif. Metode ketiga adalah metode simulasi yang berdasarkan pengalaman (kualitatif).

Produksi yang tidak optimal dapat menyebabkan keterlambatan dalam memenuhi kebutuhan konsumen. Masalah ini sering mengganggu sehingga perusahaan harus menerima keluhan atas

keterlambatan yang terjadi. Masalah lain yaitu tidak ada keseimbangan waktu siklus produksi sehingga terjadi *idle time* pada beberapa proses selanjutnya. Produk pot sabun, toples 250 ml, dan toples 500 ml yang sering mengalami keterlambatan dalam pemenuhan permintaan konsumen. Pot sabun merupakan produk pertama yang diproduksi oleh perusahaan dan diproduksi hingga saat ini. Selain itu CV Garuda Plastik sudah menjalin kerjasama dengan perusahaan yang memproduksi sabun dan menjadi salah satu *supplier* pot untuk tempat sabun yang diproduksinya. Sehingga untuk menjaga hubungan kerjasama tersebut agar dapat terus berjalan maka perusahaan harus dapat memenuhi permintaan perusahaan sabun tersebut dan menghindari adanya keterlambatan pengiriman barang.

Masalah utama produksi ada pada bagian proses pencetakan produk dan proses penggabungan produk. Pada proses pencetakan terdapat perbedaan jumlah hasil produksi pot sabun dan tutup pot sabun yaitu pada produksi badan pot sabun dalam sekali cetak menghasilkan satu unit produk, sedangkan pada produksi tutup pot sabun dalam sekali cetak menghasilkan 4 produk tutup pot sabun. Sehingga dalam proses penggabungan mengalami penumpukan produk tutup pot sabun yang tidak dapat digabungkan dengan badan pot sabun. Masalah ini dapat menghambat proses produksi sehingga *output* produksi menjadi tidak maksimal yang berujung terjadinya keterlambatan pengiriman barang ke konsumen. Adanya *idle time* proses produksi juga menyebabkan adanya penundaan pekerjaan produksi produk selanjutnya, sehingga tidak efisien karena membutuhkan waktu lebih lama dalam pengerjaan suatu produk.

Tujuan pada penelitian ini adalah menganalisis efisiensi keseimbangan lini pada departemen produksi CV Garuda Plastik saat ini, menganalisis efisiensi keseimbangan lini pada departemen produksi CV Garuda Plastik saat ini dengan menggunakan metode *Ranked Positional Weights*, dan membuat usulan perbaikan terhadap lini produksi CV Garuda Plastik untuk meningkatkan produktivitas dan efektivitas.

Manfaat dari penelitian ini adalah bagi CV Garuda Plastik, hasil dari penelitian ini diharapkan dapat dijadikan bahan pertimbangan bagi pihak manajemen dan produksi dalam menyelesaikan masalah yang saat ini dihadapi, dengan memperbaiki sistem produksi untuk meningkat produktivitas sehingga perusahaan dapat memenuhi permintaan konsumen. Bagi peneliti, hasil penelitian ini dapat dijadikan perbandingan terhadap teori-teori yang telah dipelajari dengan mengaplikasikannya dalam permasalahan yang ada di dunia nyata. Sedangkan bagi kalangan akademis, penelitian ini dapat dijadikan sebagai data arsip maupun referensi dalam hal untuk mengembangkan ilmu pengetahuan dan teknologi

maupun untuk penelitian yang akan dilakukan selanjutnya.

Dalam penulisan laporan penelitian ini terdapat batasan masalah. Batasan masalah penelitian adalah pengamatan lini produksi hanya dilakukan pada departemen produksi CV Garuda Plastik, produk yang dikaji dalam penelitian ini adalah produk pot sabun, data yang dikaji dalam laporan penelitian ini berupa data waktu pengerjaan produk pada masing-masing stasiun kerja dan kapasitas produksi, tidak memperhitungkan biaya akibat usulan perbaikan lintasan produksi dan penambahan jumlah fasilitas produksi, dan simulasi sistem dilakukan dengan bantuan *software* Promodel 7 *Student version*.

II. METODOLOGI PENELITIAN

Metode pengumpulan data yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Observasi

Observasi dilakukan dengan melakukan pengamatan secara langsung terhadap proses produksi pada CV Garuda Plastik. Pengamatan dilakukan untuk mengetahui sistem produksi yang ada pada perusahaan dan melakukan pengukuran waktu operasi untuk masing-masing proses produksi.

2. Dokumentasi

Dokumentasi dilakukan dengan mencatat data-data yang dibutuhkan untuk melakukan penelitian dan yang sesuai dengan topik penelitian.

3. Wawancara

Wawancara dilakukan dengan tujuan untuk menggali informasi yang lebih lengkap mengenai bagian produksi. Wawancara tersebut dilakukan terhadap karyawan dan pemilik yang terkait dengan bagian produksi CV Garuda Plastik.

4. Studi pustaka

Studi pustaka dilakukan dengan mencari dan membaca literatur-literatur yang sesuai dengan topik penelitian, yaitu *line balancing* dan simulasi dengan menggunakan *software* Promodel yang digunakan untuk referensi dalam penulisan laporan penelitian ini.

Terdapat sembilan langkah yang dilakukan dalam penelitian ini adalah

1. Pengukuran waktu operasi masing-masing proses produksi. Pengukuran waktu operasi untuk masing-masing proses produksi CV Garuda Plastik dilakukan dengan menggunakan metode *stopwatch time study*.

Pengukuran dilakukan dengan melakukan observasi terhadap suatu elemen pekerjaan dan melakukan pengukuran waktu dari awal hingga elemen pekerjaan tersebut menghasilkan suatu *output*.

2. Uji Keseragaman dan Kecukupan Data. Uji keseragaman data dilakukan dengan membuat peta kontrol terhadap data-data waktu operasi masing-masing proses produksi dengan menggunakan SPSS. Penggunaan tingkat kepercayaan sebesar 95 persen merupakan tingkat keterpercayaan suatu sampel dapat mengestimasi dengan benar parameter populasi dan derajat ketelitian sebesar 5 persen merupakan tingkat kesalahan atau tingkat kekeliruan yang dapat ditolerir oleh peneliti.
3. *Distribution Fitting*. Pengujian distribusi ini bertujuan untuk mengetahui waktu proses produksi dan waktu kedatangan material tersebut berdistribusi normal, binomial, eksponensial, poisson, dan distribusi-distribusi yang lain yang sesuai. Pengujian distribusi waktu proses dan kedatangan material menggunakan *Stat Fit* Promodel. Pengujian ini berguna untuk penentuan *input* waktu untuk masing-masing proses produksi pada saat menggunakan simulasi *software* Promodel.
4. Pembuatan Simulasi Proses Produksi CV Garuda Plastik. Terdapat beberapa hal yang perlu diperhatikan dalam pembuatan model simulasi proses produksi CV Garuda Plastik yaitu *layout* bagian produksi dan waktu proses untuk masing-masing proses produksi atau stasiun kerja. Pembuatan model simulasi proses produksi CV Garuda Plastik menggunakan *software* Promodel. Faktor-faktor yang diperlukan dalam menjalankan model simulasi ini adalah jumlah mesin yang digunakan untuk proses produksi, jumlah operator produksi, serta entitas yang diperlukan seperti biji plastik sengai bahan baku, biji plastik yang sudah diwarnai, dan hasil dari proses produksi. Jam kerja yang digunakan pada CV Garuda Plastik adalah 8 jam kerja dengan tiga *shift* kerja.
5. Uji Beda. Uji Beda ini dilakukan untuk mengetahui rata-rata sampel *output* produk pada sistem produksi nyata memiliki perbedaan yang signifikan atau tidak dengan *output* produksi yang dihasilkan dengan simulasi Promodel. Uji Beda tersebut menggunakan *software* Minitab.
6. Verifikasi dan Validasi Model. Pada tahap verifikasi dan validasi model merupakan suatu

tahap analisis untuk membandingkan *output* hasil produksi sistem nyata dan hasil produksi simulasi. Ada beberapa aspek yang dibandingkan yaitu melihat model animasi, membandingkan dengan sistem nyata atau model simulasi lain dan lainnya. Pada tahap validasi dilakukan perhitungan *error* pada rata-rata hasil produksi dan standar deviasi.

7. Penilaian Efisiensi Keseimbangan Lintasan Produksi CV Garuda Plastik. Dengan melihat persentase utilisasi setiap mesin produksi dan utilisasi operator dari hasil model simulasi maka dapat dilakukan pembuatan usulan perbaikan keseimbangan lintasan produksi CV Garuda Plastik dengan menggunakan metode *Ranked Positional Weights* (RPW) untuk menghitung jumlah stasiun kerja yang optimal dan adanya perubahan jumlah mesin produksi dan operator sehingga dapat meningkatkan *output* produksi. Perhitungan bobot RPW dihitung berdasarkan waktu proses produksi itu sendiri dan ditambahkan dengan waktu proses selanjutnya yang terkait dengan proses tersebut.
8. Perancangan Keseimbangan Lintasan Produksi CV Garuda Plastik. Perancangan keseimbangan lintasan produksi CV Garuda Plastik dilakukan dengan menganalisis dan mengevaluasi terhadap kelemahan dari kondisi lintasan produksi saat ini. Perbaikan dilakukan untuk meningkatkan produktivitas dan mengurangi *idle time*.
9. Perhitungan Keuntungan Produksi. Perhitungan keuntungan produksi dilakukan dengan perhitungan biaya tetap produksi dan biaya variabel. Biaya tetap produksi terdiri dari biaya gaji karyawan dan biaya listrik yang bersangkutan dengan produksi pot sabun selama satu bulan.

III. ANALISIS DAN PEMBAHASAN

Tahap pertama dalam analisis data ini adalah uji keseragaman terhadap 20 data masing-masing waktu proses produksi. Pembuatan peta kontrol berdasarkan 20 data waktu proses yang terdapat pada Lampiran B untuk menganalisis data-data adanya data ekstrim (data yang keluar dari batas kontrol atas atau batas kontrol bawah) pada saat proses pengumpulan data. Penggunaan batas kontrol tiga sigma karena sudah cukup besar untuk mengendalikan data-data waktu masing-masing proses produksi di dalam *control chart*, yaitu sebesar 99,73%. Kemudian dilakukan uji kecukupan data. Pada uji kecukupan data ini menggunakan derajat ketelitian sebesar 5 persen (0,05)

dan tingkat kepercayaan sebesar 95 persen, sehingga pada perhitungan menggunakan $k = 2$.

Hasil perhitungan uji kecukupan data waktu proses produksi pot sabun terdapat pada Tabel 1.

TABEL 1. Hasil Uji Kecukupan Data Proses Produksi Pot Sabun

N o.	Nama Kegiatan	N	n	Keterangan
1.	Penimbangan Biji Plastik	12.1784834	20	Cukup
2.	Penimbangan Pewarna	7.70773	20	Cukup
3.	Penimbangan Titan	15.4259608	20	Cukup
4.	Penimbangan <i>White oil</i>	16.8	20	Cukup
5.	Pelarutan Pewarna	19.7530864	20	Cukup
6.	Pencampuran	0	20	Cukup
7.	Pencetakan	0	20	Cukup
8.	<i>Finishing</i>	18.823529	20	Cukup
9.	Pengabungan	7.057121	20	Cukup
10.	Pengemasan	15.439508	20	Cukup

Sumber : Pengolahan Data, 2014

Berikut ini adalah contoh dari perhitungan uji kecukupan data terhadap waktu proses penimbangan biji plastik pot sabun.

$$\begin{aligned}
 N &= \left[\frac{2/0.05\sqrt{20(14800)-542^2}}{542} \right]^2 \\
 &= \left[\frac{40 \times 47.28636167}{542} \right]^2 \\
 &= 12.178483 \approx 13 \text{ kali pengukuran}
 \end{aligned}$$

Berdasarkan perhitungan diatas, diketahui bahwa $N \geq n$. Maka dapat disimpulkan bahwa data waktu proses penimbangan biji plastik yang telah dikumpulkan sudah cukup untuk melakukan tahap penelitian selanjutnya dan tidak perlu melakukan pengukuran waktu proses tambahan lagi.

Sedangkan Hasil perhitungan uji kecukupan data waktu proses produksi tutup pot sabun terdapat pada Tabel 2.

TABEL 2. Hasil Uji Kecukupan Data Proses Produksi Tutup Pot Sabun

N o.	Nama Kegiatan	N	n	Keterangan
1.	Penimbangan Biji Plastik	10.812728	20	Cukup
2.	Penimbangan Pewarna	11.529307	20	Cukup
3.	Penimbangan Titan	18.436592	20	Cukup
4.	Penimbangan <i>White oil</i>	19.82776	20	Cukup
5.	Pelarutan Pewarna	18.925751	20	Cukup
6.	Pencampuran	0	20	Cukup
7.	Pencetakan	0	20	Cukup
8.	<i>Finishing</i>	14.069691	20	Cukup
9.	Pengabungan	7.057121	20	Cukup
10.	Pengemasan	15.439508	20	Cukup

Sumber : Pengolahan Data, 2014

Dapat disimpulkan berdasarkan perhitungan uji kecukupan data waktu proses produksi untuk produk tutup pot sabun yang telah dikumpulkan sudah mencukupi ($N \geq n$), sehingga tidak perlu melakukan pengukuran waktu proses tambahan lagi.

Kemudian dilakukan tahap kedua adalah *Distribusi fitting* dilakukan dengan menggunakan Stat Fit *software* Promodel dan menghasilkan hasil distribusi untuk masing-masing proses produksi. Hasil dari *distribusi fitting* akan digunakan sebagai *input* data waktu dari simulasi.

Hasil analisis *distribution fitting* data waktu proses produksi pot sabun terdapat pada Tabel 4.

TABEL 3. Hasil *Distribution Fitting* Data Proses Produksi Pot Sabun

No.	Nama Kegiatan	Distribusi
1.	Penimbangan Bahan Baku	Binomial (153, 0.701)
2.	Pencampuran	-
3.	Pencetakan	-
4.	<i>Finishing</i>	Binomial (10, 0.85)
5.	Pengabungan	Poisson (455)
6.	Pengemasan	Poisson (273)

Sumber : Pengolahan Data, 2014

Sedangkan Hasil analisis *distribution fitting* data waktu proses produksi tutup pot sabun terdapat pada Tabel 4.

TABEL 4. Hasil *Distribution Fitting* Data Proses Produksi Tutup Pot Sabun

No.	Nama Kegiatan	Distribusi
1.	Penimbangan Bahan Baku	Binomial (113, 0.81)
2.	Pencampuran	-
3.	Pencetakan	-
4.	<i>Finishing</i>	Binomial (19, 0.821)
5.	Pengabungan	Poisson (455)
6.	Pengemasan	Poisson (273)

Sumber : Pengolahan Data, 2014

Pembuatan *precedence diagram* dilakukan untuk membantu dalam pembuatan model simulasi yang sesuai dengan sistem produksi yang sebenarnya pada CV Garuda Plastik. *Precedence diagram* proses produksi CV Garuda Plastik terdapat pada Gambar 1.



GAMBAR 1. *Precedence Diagram* Sistem Produksi CV Garuda Plastik

Sumber : Data Perusahaan, 2014

TABEL 5. Keterangan Nama Proses *Precedence Diagram*

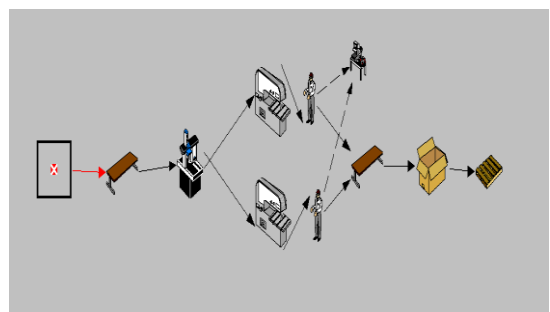
No.	Nama Proses
1.	Penimbangan Bahan Baku
2.	Pencampuran (<i>Mixing</i>)
3.	Pencetakan (Injeksi)
4.	<i>Finishing</i>
5.	Penggabungan
6.	Pengemasan

Sumber : Pengolahan Informasi, 2014

Terdapat beberapa lima tahap dalam pembuatan model simulasi adalah sebagai berikut :

1. *Layout* Simulasi Awal Promodel

Layout pada simulasi promodel ini merupakan tempat untuk meletakkan modul *location* pada simulasi promodel.



GAMBAR 2. *Layout* Simulasi Awal Promodel

Sumber : Pengolahan Data, 2014

2. Entitas

Entitas pada model simulasi merupakan suatu bahan material atau objek yang diproses dalam sistem produksi.

Icon	Name	Speed (rpm)
	Raw_Material	50
	produk_gagal	50
	Raw_Material_berwarna	50
	produk	50
	produk_finishing	50
	produk_gabungan	50
	produk_kemasan	50
	Raw_Material_berwarna2	50

GAMBAR 3. Jenis Entitas Simulasi Promodel
Sumber : Pengolahan Data, 2014

3. Location

Modul *location* pada simulasi Promodel merupakan tempat entitas yang akan diproses menjadi entitas yang lain.

Icon	Name	Cap.	Un.
	Kedatangan_Bahan_Baku	inf	1
	Penimbangan	2500	1
	Mesin_Mixing	2500	1
	Mesin_Injeksi_1	1250	1
	Penggabungan	inf	1
	Pengemasan	inf	1
	Mesin_Injeksi_2	1250	1
	Operator_1	1	1
	Operator_2	1	1
	Gudang_Produk_Jadi	inf	1
	Mesin_penghancur	inf	1

GAMBAR 4. Jenis Location Simulasi Promodel
Sumber : Pengolahan Data, 2014

4. Process and Routing

Process pada *software* Promodel merupakan gambaran suatu urutan proses produksi dari awal proses sampai akhir. Sedangkan hasil dari perhitungan *distribution fitting* yang telah diuji dengan menggunakan Stat Fit Promodel digunakan sebagai *input* waktu proses pada bagian *operation* pada masing-masing proses produksi. Sedangkan pada bagian *routing* digunakan sebagai tujuan selanjutnya setelah entitas selesai di proses pada bagian *process*.

		Process		Routing		
Entity	Location	Operation	Blk Output	Destination	Rule	Move Logic
Raw_Material	Kedatangan_Bahan_Baku		1	Raw_Material	Penimbangan	FIRST 1 move for 1
Raw_Material	Penimbangan	wait BI(153,0.701)	1	Raw_Material	Mesin_Mixing	FIRST 1 move for 1
Raw_Material	Mesin_Mixing	wait 900 sec	1	Raw_Material_berwarna	Mesin_Injeksi_1	0.500000 1 move for 1
Raw_Material_berwarna	Mesin_Injeksi_1	wait 15 sec	1	Raw_Material_berwarna2	Mesin_Injeksi_2	0.500000 1 move for 1
Raw_Material_berwarna2	Mesin_Injeksi_2	wait 15 sec	1	produk	Operator_1	FIRST 1 move for 1
produk	Operator_1	wait BI(18,0.05)	1	produk_finishing	Operator_2	FIRST 1 move for 1
produk	Operator_2	wait BI(19,0.021)	1	produk_gagal	Penggabungan	0.950000 1 move for 1
produk	Operator_2		1	produk_finishing	EXIT	0.050000 1 move for 4
produk_finishing	Penggabungan	wait P(45)	1	produk_gabungan	EXIT	0.050000 1 move for 1
produk_gabungan	Pengemasan	wait P(273)	1	produk_kemasan	Pengemasan	FIRST 1 move for 1
produk_kemasan	Gudang_Produk_Jadi		1	ALL	Gudang_Produk_Jadi	FIRST 1 move for 1
ALL	Gudang_Produk_Jadi		1	ALL	EXIT	FIRST 1

GAMBAR 5. Process and Routing Simulasi Promodel
Sumber : Pengolahan Data, 2014

5. Arival

Modul kedatangan pada *software* Promodel digunakan untuk mendatangkan paket bahan baku ke dalam sistem simulasi. Kedatangan paket bahan baku dalam simulasi ini adalah berupa bahan baku biji plastik, pewarna, titanium, dan *white oil*.

Entity	Location	Qty Each	First Time	Occurrences	Frequency
Raw_Material	Kedatangan_Bahan_Baku	2500	0	INF	312.5 min

GAMBAR 6. Kedatangan Bahan Baku Simulasi Promodel
Sumber : Pengolahan Data, 2014

Tahap ketiga dalam penelitian ini adalah perhitungan jumlah replikasi yang dibutuhkan. Jumlah dari *output* produksi dari hasil simulasi Promodel terdapat pada Table 6.

TABEL 6. Output Produksi Pot Sabun Hasil Simulasi Promodel

Replikasi	Output Produksi Simulasi (unit)
1	55628
2	55605
3	55606
4	55682
5	55388
6	55370
7	55581

Replikasi	Output Produksi Simulasi (unit)
8	55671
9	55871
10	55434
Rata-rata	55583.6
Standar Deviasi	152.433009

Sumber : Pengolahan Data, 2014

Nilai $z_{\alpha/2, R-1}$ dalam perhitungan kecukupan jumlah replikasi dapat dilihat pada tabel kurva normal pada Lampiran C. Perhitungan untuk kecukupan jumlah replikasi untuk menjalankan simulasi adalah sebagai berikut :

$$e = \left(\frac{2,262 \times 152,43}{\sqrt{10}} \right) = 109,034$$

$$R \geq \left(\frac{1,96 \times 152,43}{109,034} \right)^2$$

$$R \geq 7,508$$

Perhitungan diatas dapat disimpulkan bahwa estimasi jumlah replikasi pada simulasi Promodel adalah lebih besar dari delapan kali replikasi. Perhitungan jumlah replikasi terdapat pada Tabel 7.

TABEL 7. Perhitungan Jumlah Replikasi Simulasi

R	8	9	10	11
$t_{0.025, R-1}$	2,365	2,306	2,262	2,228
R	10,93	10,39	10	9,70

Sumber : Pengolahan Data, 2014

Berikut ini adalah contoh perhitungan jumlah replikasi simulasi :

$$R_8 \geq \left(\frac{2,365 \times 152,43}{109,034} \right)^2$$

$$R \geq 10,93$$

Uji Beda dilakukan dengan tujuan untuk menguji bahwa rata-rata hasil produk *output* simulasi sama atau tidak jauh berbeda dengan rata-rata *output* hasil produksi sistem nyata. Uji Beda menggunakan *software* Minitab dengan tingkat kepercayaan sebesar 95 persen berdasarkan pada Tabel 4.7. Perbandingan hasil uji beda dari *output* produksi hasil simulasi dan hasil sistem nyata terdapat pada Tabel 8.

Hipotesis yang digunakan adalah sebagai berikut :

- 1) Tidak ada perbedaan yang berarti antara *output* produksi hasil simulasi dan hasil produksi sistem nyata ($H_0 : \mu_1 = \mu_2$).

- 2) Ada perbedaan yang berarti antara *output* produksi hasil simulasi dan hasil produksi sistem nyata ($H_1 : \mu_1 \neq \mu_2$).

TABEL 8. Output Hasil Produksi Simulasi dan Sistem Nyata.

Replikasi	Output Produksi Simulasi (unit)	Output Produksi Sistem Nyata (unit)
1	55628	56250
2	55605	54000
3	55606	50608
4	55682	56635
5	55388	56191
6	55370	51169
7	55581	53634
8	55671	59419
9	55871	53916
10	55434	51968
Rata-rata	55584	54379
Standar Deviasi	152	2759

Sumber : Pengolahan Data, 2014

Paired T for simulasi - nyata				
	N	Mean	StDev	SE
Mean simulasi	10	55584	152	
48				
nyata	10	54379	5178	
1637				
Difference	10	1205	5117	
1618				

95% CI for mean difference: (-2456; 4865)
T-Test of mean difference = 0 (vs not = 0): T-Value = 0.74 P-Value = 0.476

GAMBAR 7. Output Hasil Uji Beda Minitab.
Sumber : Pengolahan Data, 2014

Berdasarkan pada hasil uji *t-paired* pada Gambar 7 dapat dilihat bahwa *T-Value* sebesar 0,74 dengan *P-Value* sebesar 0,476. Sehingga dapat disimpulkan bahwa H_0 diterima, tidak ada perbedaan yang signifikan antara rata-rata *output* produksi sistem nyata dan rata-rata produksi hasil simulasi.

Tahap selanjutnya adalah Tahap verifikasi dan validitas model adalah suatu tahap untuk menganalisis bahwa suatu model simulasi yang telah dibuat dapat merepresentasikan sistem produksi nyata pada CV Garuda Plastik. Tahap verifikasi model ini dilakukan dengan menganalisis perbandingan *output* hasil produksi simulasi dan *output* hasil produksi sistem nyata. Rata-rata *Output* produksi secara keseluruhan dalam sistem nyata berdasarkan hasil pengukuran adalah sebesar 54.379 unit yang terdapat pada Tabel 8, sedangkan rata-rata *output* hasil produksi simulasi adalah sebesar 55.584 unit.

Tahap validitas model dilakukan dengan menghitung kesalahan pada rata-rata dan standar deviasi dari hasil produksi simulasi dan hasil produksi sistem nyata. Rumus yang digunakan untuk menghitung perbandingan rata-rata hasil simulasi dan hasil produksi sistem nyata.

Perhitungan E_1 merupakan perhitungan kesalahan berdasarkan rata-rata produksi, sedangkan E_2 merupakan perhitungan kesalahan berdasarkan standar deviasi. Berikut ini adalah perhitungan tingkat kesalahan E_1 dan E_2 :

$$E_1 = \left| \frac{55584 - 54379}{54379} \right| = 0,022 \%$$

$$E_2 = \left| \frac{2759 - 152}{152} \right| = 17,15 \%$$

Dapat dilihat dari hasil perhitungan E_1 dan E_2 yang sudah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa model simulasi yang telah dibuat sudah *valid*. Model dikatakan *valid* karena nilai $E_1 < 5\%$ dan nilai $E_2 < 30\%$ (Wahid & Suryani, 2012).

Perhitungan nilai efisiensi pada setiap stasiun kerja berdasarkan hasil dari pengukuran rata-rata waktu proses produksi terdapat pada Tabel 9.

TABEL 9. Perhitungan Efisiensi Lintasan Produksi Awal

Stasiun Kerja	Proses	Waktu Operasi (detik)	Efisiensi Stasiun Kerja
1	1	107,3	11,92 %
2	2	900	100 %
3	3,4	23,5	2,61 %
4	5,6	318,415	35,37 %
Efisiensi Lintasan Produksi		1.349,215	37,47 %

Sumber : Data Primer, 2014

Berikut ini adalah perhitungan keseimbangan lintasan produksi produksi awal secara keseluruhan:

$$E = \frac{1.349,215}{4 \times 900} \times 100\% = 37,47 \%$$

Berdasarkan perhitungan nilai efisiensi proses produksi awal diketahui bahwa waktu keseluruhan proses produksi dari awal hingga akhir untuk satu operator adalah sebesar 1.349,215 detik dengan empat *work station*. Sehingga nilai efisiensi proses produksi awal adalah sebesar 37,47%.

Usulan Pertama dalam perbaikan keseimbangan lintasan produksi ini adalah dengan menggunakan metode *Ranked Positional Weight* dan selanjutnya akan disimulasikan. Berikut ini merupakan perhitungan RPW dan pengalokasian setiap stasiun kerja pada skenario usulan pertama terdapat pada Tabel 10.

TABEL 10. Keseimbangan Lintasan Produksi Metode *Ranked Positional Weights*

Stasiun Kerja	Nomer Proses	Bobot RPW	Waktu Proses (detik)	Waktu Stasiun Kerja (detik)
1	1	1.348,945	107,03	107,03
2	2	1.241,915	900	900
3	3	341,915	15	341,915
	4	326,915	8,5	
	5	318,415	227,575	

Stasiun Kerja	Nomer Proses	Bobot RPW	Waktu Proses (detik)	Waktu Stasiun Kerja (detik)
	6	90,84	90,84	
Total Waktu			1.348,9	
			45	
Keseimbanga Lintasan Usulan			49,96	%

Sumber : Pengolahan Data, 2014

Berikut ini adalah perhitungan dari keseimbangan lintasan produksi pada skenario pertama:

$$E_b = \frac{1.348,945}{3 \times 900} \times 100 \%$$

$$= 49,96 \%$$

Berdasarkan pada perhitungan keseimbangan lintasan yang terdapat pada Tabel 10 maka dapat dikatakan bahwa keseimbangan lintasan produksi mengalami peningkatan menjadi sebesar 49,96% dengan jumlah stasiun kerja sebanyak 3 stasiun kerja.

Pada usulan Skenario kedua ini dilakukan dengan melihat pemrosesan yang belum optimal. Selain itu dari hasil analisa hasil simulasi skenario pertama. Perbaikan yang dilakukan adalah dengan menambah jumlah mesin injeksi satu sebanyak satu unit sehingga total mesin injeksi satu terdapat dua mesin. Dengan adanya penambahan jumlah mesin maka juga dilakukan penambahan sejumlah satu operator untuk satu mesin tambahan. Selain itu juga adanya penambahan sebanyak 1 paket bahan baku yang terdiri dari 25 kg biji plastik. . Berikut ini merupakan perhitungan RPW dan pengalokasian setiap stasiun kerja pada skenario usulan pertama terdapat pada Tabel 11.

TABEL 11. Keseimbangan Lintasan Produksi Usulan Dengan Metode *Ranked Positional Weights*

Stasiun Kerja	Nomer Proses	Bobot RPW	Waktu Proses (detik)	Waktu Stasiun Kerja (detik)
1	1	1.394,62	107,3	107,3
2	2	1.287,32	900	900
3	3	387,325	15	387,325
	4	372,325	8,5	
	5	363,825	227,5	
	6	136,25	136,2	
Total Waktu			1.394,625	
Keseimbanga Lintasan Usulan			51 %	

Sumber : Pengolahan Data, 2014

Berikut ini adalah perhitungan dari keseimbangan lintasan produksi pada skenario kedua:

$$E_b = \frac{1.394,625}{3 \times 900} \times 100 \%$$

$$= 51 \%$$

Berdasarkan pada perhitungan keseimbangan lintasan yang terdapat pada Tabel 4.16 maka dapat dikatakan bahwa keseimbangan lintasan produksi mengalami peningkatan menjadi sebesar 51% dengan jumlah stasiun kerja sebanyak 3 stasiun kerja.

Setelah dilakukan usulan perbaikan keseimbangan lintasan produksi, maka dilakukan perbandingan *output* produksi kondisi awal dengan *output* produksi kondisi skenario usulan pertama dan kedua yang terdapat pada Gambar 8.



GAMBAR 8. Perbandingan *Output* Sistem Produksi Awal, Skenario Usulan Pertama, dan Kedua

Sumber : Pengolahan Data, 2014

Dapat disimpulkan berdasarkan hasil dari Gambar 8 bahwa skenario usulan kedua yang dipilih sebagai usulan terbaik. Dari kondisi awal dan kondisi skenario usulan kedua, hasil produksi pot sabun dapat meningkat sebesar 32,80%.

$$\begin{aligned}\text{Persentase} &= \frac{73818 - 55584}{55584} \times 100 \% \\ &= 32,80 \%\end{aligned}$$

Perbandingan perbedaan antara proses produksi awal, skenario usulan pertama, skenario usulan kedua terdapat pada Tabel 12.

TABEL 12 Perbandingan Proses Produksi Awal, Skenario Usulan Pertama, Skenario Usulan Kedua

No.	Perbedaan	Sistem Awal	Skenario Usulan Pertama	Skenario Usulan Kedua
1.	<i>Output</i> Produksi (unit)	54.379	55.584	73.818
2.	Nilai Efisiensi	37,47 %	49,96 %	51%
3.	Jumlah Stasiun Kerja	4	3	3
4.	Jumlah Waktu Operasi (detik)	1.349,215	1.348,945	1.394,625

Sumber : Pengolahan Data, 2014

Perhitungan keuntungan dilakukan dengan perhitungan pemasukan dikurangi dengan total biaya tetap dan biaya variabel. Biaya tetap terdiri dari biaya gaji karyawan dan biaya listrik perusahaan. Sedangkan biaya variabel terdiri dari biaya bahan baku, biaya pengemasan, dan biaya pengiriman produk. Perhitungan keuntungan pada sistem produksi awal terdapat pada Tabel 13, sedangkan perhitungan keuntungan pada sistem produksi skenario kedua terdapat pada Tabel 14.

Perhitungan keuntungan tersebut berdasarkan perhitungan keuntungan bulanan. Sehingga pembelian bahan baku merupakan harga pembelian untuk kebutuhan produksi selama satu bulan saja dan khusus untuk produk pot sabun. Keuntungan produk pot sabun yang didapatkan dalam sistem produksi nyata adalah sebesar Rp 25.273.700,- per bulan.

Berikut ini merupakan rincian perhitungan keuntungan produk pot sabun selama satu bulan:

1. Seorang gaji karyawan adalah sebesar Rp 2.195.000,-. Jumlah karyawan yang dibutuhkan adalah sebesar delapan orang yaitu meliputi dua orang operator mesin injeksi, tiga operator pengemasan, dua orang operator penggabungan produk, dan satu operator yang bertugas untuk memindahkan material dan lainnya.
2. Diketahui bahwa daya listrik pada mesin injeksi adalah sebesar 12.500 watt dan daya untuk mesin *mixing* adalah 750 watt. Pada sistem awal digunakan dua mesin injeksi dan satu mesin *mixing* sehingga total daya yang diperlukan ada sebesar 25.750 watt. Kemudian diketahui juga bahwa tarif listrik industri adalah Rp 1.200,- per Kwh (Data Kementerian ESDM, 2014). Sedangkan pada sistem usulan digunakan tiga mesin injeksi dan satu mesin *mixing* sehingga total daya yang diperlukan adalah sebesar 38.250 watt. Selain itu juga mesin injeksi dan mesin *mixing* digunakan selama 24 jam (tiga *shift* kerja) selama 25 hari kerja.
3. Total pembelian biji plastik untuk proses produksi pot sabun adalah 3750 kg. Nilai tersebut didapatkan dari kebutuhan produksi yaitu 50 kg dikalikan dengan tiga *shift* kerja dan dikalikan dengan 25 hari kerja.
4. Pembelian pewarna, titanium, dan *white oil* untuk proses produksi disesuaikan dengan kebutuhan dari banyaknya biji plastik. Perbandingan untuk pewarna adalah setiap satu kilogram biji plastik memerlukan satu gram pewarna. Perbandingan untuk titanium adalah setiap satu kilogram biji plastik memerlukan dua gram titanium. Sedangkan untuk perbandingan *white oil* adalah satu kilogram biji plastik membutuhkan satu cc *white oil*.
5. Jumlah dari pengemasan didapatkan dari *output* hasil produksi dibagi dengan 120 produk karena setiap kemasan karung berisi 120 produk atau sama dengan 10 lusin produk.
6. Diasumsikan bahwa setiap hari perusahaan dapat mengirimkan produknya sebanyak dua kali, sehingga dalam satu bulan terdapat 50 kali pengiriman. Jarak yang ditempuh setiap kali pengiriman adalah 60 km dengan asumsi satu liter solar dapat digunakan untuk menempuh jarak 15 km. Selain itu asumsi lainnya yaitu harga solar adalah Rp 7.500,- per liter.

Perhitungan keuntungan pada skenario usulan kedua terdapat penambahan jumlah bahan baku sebesar 25 kg sedangkan bahan baku yang lainnya mengikuti penambahan pada biji plastik tersebut. Selain itu terjadi penambahan satu unit mesin injeksi sehingga juga adanya penambahan tiga karyawan untuk operator mesin injeksi tambahan tersebut untuk tiga *shift*. Perhitungan keuntungan selama satu bulan secara lengkap terdapat pada Tabel 4.20.

Pada Tabel 4.20 diketahui bahwa keuntungan produk pot sabun yang didapatkan dalam sistem skenario usulan kedua adalah sebesar Rp 32.082.043,- per bulan. Sedangkan pada pengiriman barang diasumsikan tetap terdapat 50 kali pengiriman ke konsumen dalam satu bulan.

Berdasarkan pada perhitungan Tabel 4.19 dan Tabel 4.20 maka dapat disimpulkan bahwa keuntungan pada kondisi awal dan kondisi pada skenario usulan kedua meningkat dapat meningkat sebesar 26,93 % per bulan. Berikut ini adalah perhitungan persentase kenaikan keuntungan:

$$\begin{aligned}\text{Persentase} &= \frac{32.082.043 - 25.273.700}{25.273.700} \times 100\% \\ &= 26,93 \%\end{aligned}$$

IV. KESIMPULAN

Berdasarkan pada hasil pengolahan data dan analisis data yang telah dilakukan, maka peneliti dapat mengambil beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Berdasarkan analisis yang dilakukan pada efisiensi keseimbangan lini departemen produksi CV Garuda Plastik kurang optimal yaitu hanya sebesar 37,47 % dengan jumlah empat stasiun kerja. *Output* Produksi pada sistem produksi nyata adalah sebesar 54.379 unit produk per minggu (128 jam kerja). Sedangkan pada *output* produksi hasil simulasi sebesar 55.584 unit produk per minggu (128 jam kerja). Oleh karena itu perlu dilakukan perbaikan pengalokasian stasiun kerja dengan menggunakan *Ranked Positional Weights*.
2. Dari pengolahan data dan analisis data dengan menggunakan *ranked positional weights* pada skenario pertama didapatkan bahwa stasiun kerja yang optimal adalah sebanyak tiga stasiun kerja dengan efisiensi keseimbangan lintasan produksi menjadi sebesar 49,96 %. Dari hasil utilisasi simulasi maka dilakukan perbaikan dengan melihat utilisasi yang rendah pada mesin dan operator. Sedangkan pada skenario kedua, nilai efisiensi keseimbangan lintasan meningkat menjadi 51 % dengan *output* rata-rata sebesar 73.818 unit produk per minggu. Namun dengan

adanya peningkatan efisiensi tersebut, efisiensi produksi pada CV Garuda Plastik masih juga belum optimal karena belum mencapai efisiensi sebesar 90 % hingga 98%.

3. Berdasarkan pada analisis data dengan menggunakan metode *ranked positional weights* dan simulasi *software* Promodel maka usulan pada skenario kedua yang dipilih karena dapat meningkatkan efisiensi produksi menjadi sebesar 51% dengan rata-rata *output* produksi 73.818 unit produk per minggu. Pada skenario usulan kedua ini dilakukan perbaikan dari kekurangan pada skenario usulan yang pertama. Pada skenario usulan kedua dilakukan penambahan jumlah mesin injeksi yang memproduksi badan pot sabun sebanyak satu unit sehingga menjadi dua unit. Dengan adanya penambahan jumlah mesin injeksi maka juga dilakukan juga penambahan operator sebanyak satu operator. Sehingga dengan demikian *output* produksi dari usulan skenario kedua dapat meningkat sebanyak 32,80 %.

Berikut ini merupakan saran-saran perbaikan untuk peneliti yang selanjutnya:

1. Sebaiknya saat melakukan pengukuran dan pengumpulan data waktu proses dilakukan dengan satu operator yang sama, sehingga hasil yang didapatkan dapat lebih detail dan berfokus pada operator tersebut.
2. Sebaiknya pengambilan data dapat dilakukan lebih banyak, sehingga data tersebut dapat digunakan untuk penelitian yang lebih detail dan menghasilkan hasil yang lebih akurat lagi.
3. Pada saat observasi dan wawancara awal kepada pihak perusahaan sebaiknya dilakukan secara lebih detail agar topik yang diambil lebih disesuaikan lagi dengan keperluan dari perusahaan yang terkait.

REFERENSI

- Wahid, Abdurrahman dan Erma Suryani (2012) 'Penerapan model sistem dinamis untuk analisa program pelatihan ditinjau dari knowledge management pada perusahaan ABC (studi kasus: PT. Pertamina (Persero) unit pemasaran VI Kalimantan, Balikpapan) *Jurnal Teknik Pomits*, 1(1), pp. 1-5

TABEL 13. Perhitungan Keuntungan Sistem Produksi Nyata

No.	Nama	Jumlah	Satuan	Biaya Satuan	Pemasukan	Pengeluaran
1	Biaya Tetap					
	a. Gaji Karyawan	24	orang	Rp2,195,000		Rp52,680,000
	b. Listrik	15450	Kwh	Rp1,200		Rp18,540,000
2	Biaya Variabel					
	a. Pembelian biji plastik	3750	Kg	Rp15,000		Rp56,250,000
	b. Pembelian pewarna	3.75	Kg	Rp100,000		Rp375,000
	c. Pembelian titanium	7.5	Kg	Rp2,000		Rp15,000
	d. Pembelian <i>white oil</i>	3750	cc	Rp20		Rp75,000
	f. Pengemasan	1853	buah	Rp500		Rp926,500
	h. Pengiriman barang	50	pengiriman	Rp30,000		Rp1,500,000
3	Penjualan pot sabun	222336	buah	Rp700	Rp155,635,200	
	Total				Rp155,635,200	Rp130,361,500
	Profit					Rp25,273,700

Sumber : Pengolahan Data, 2014

Tabel 14. Perhitungan Keuntungan Sistem Usulan Skenario Kedua

No.	Nama	Jumlah	Satuan	Biaya	Pemasukan	Total
1	Biaya Tetap					
	a. Gaji Karyawan	27	orang	Rp2,195,000		Rp59,265,000
	b. Listrik	22950	Kwh	Rp1,200		Rp27,540,000
2	Biaya Variabel					
	a. Pembelian biji plastik	5625	Kg	Rp15,000		Rp84,375,000
	b. Pembelian pewarna	5.625	Kg	Rp100,000		Rp562,500
	c. Pembelian titanium	11.25	Kg	Rp2,000		Rp22,500
	d. Pembelian <i>white oil</i>	5625	cc	Rp20		Rp112,500
	f. Pengemasan	2461	buah	Rp500		Rp1,230,297
	h. Pengiriman barang	50	pengiriman	Rp30,000		Rp1,500,000
3	Penjualan pot sabun	295271	buah	Rp700	Rp206,689,840	
	Total				Rp206,689,840	Rp174,607,797
	Profit					Rp32,082,043

Sumber : Pengolahan Data, 2014